



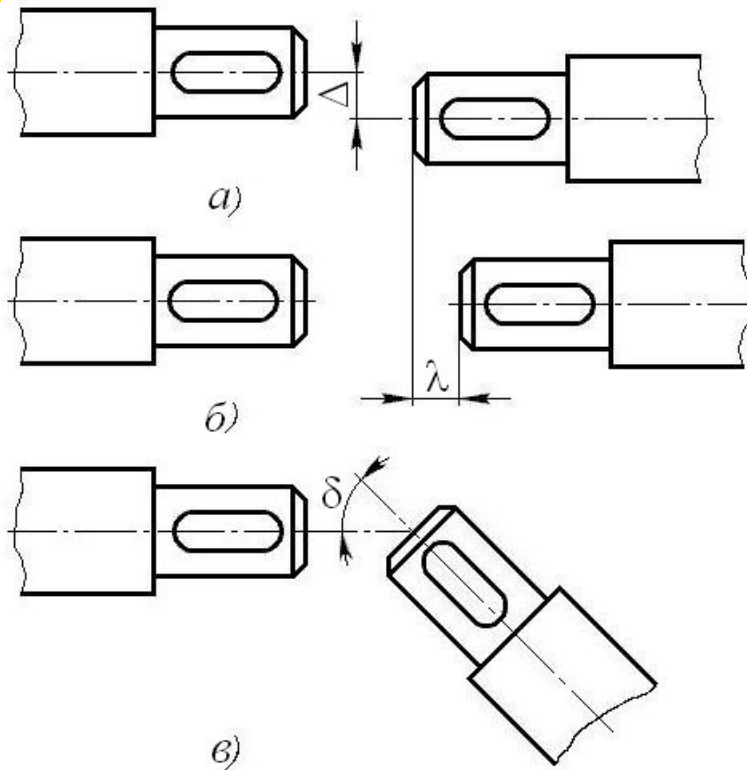
## МУФТЫ

---

**Муфтами** называются устройства, служащие для кинематической и силовой связи валов в приводах машин и механизмов.

Муфты передают с одного вала на другой вращающий момент без изменения его величины и направления, а также компенсируют монтажные неточности и деформации геометрических осей валов, разъединяют и соединяют валы без остановки двигателя, предохраняют машину от поломок в аварийных режимах, в некоторых случаях поглощают толчки и вибрации, ограничивают частоту вращения.

## МУФТЫ

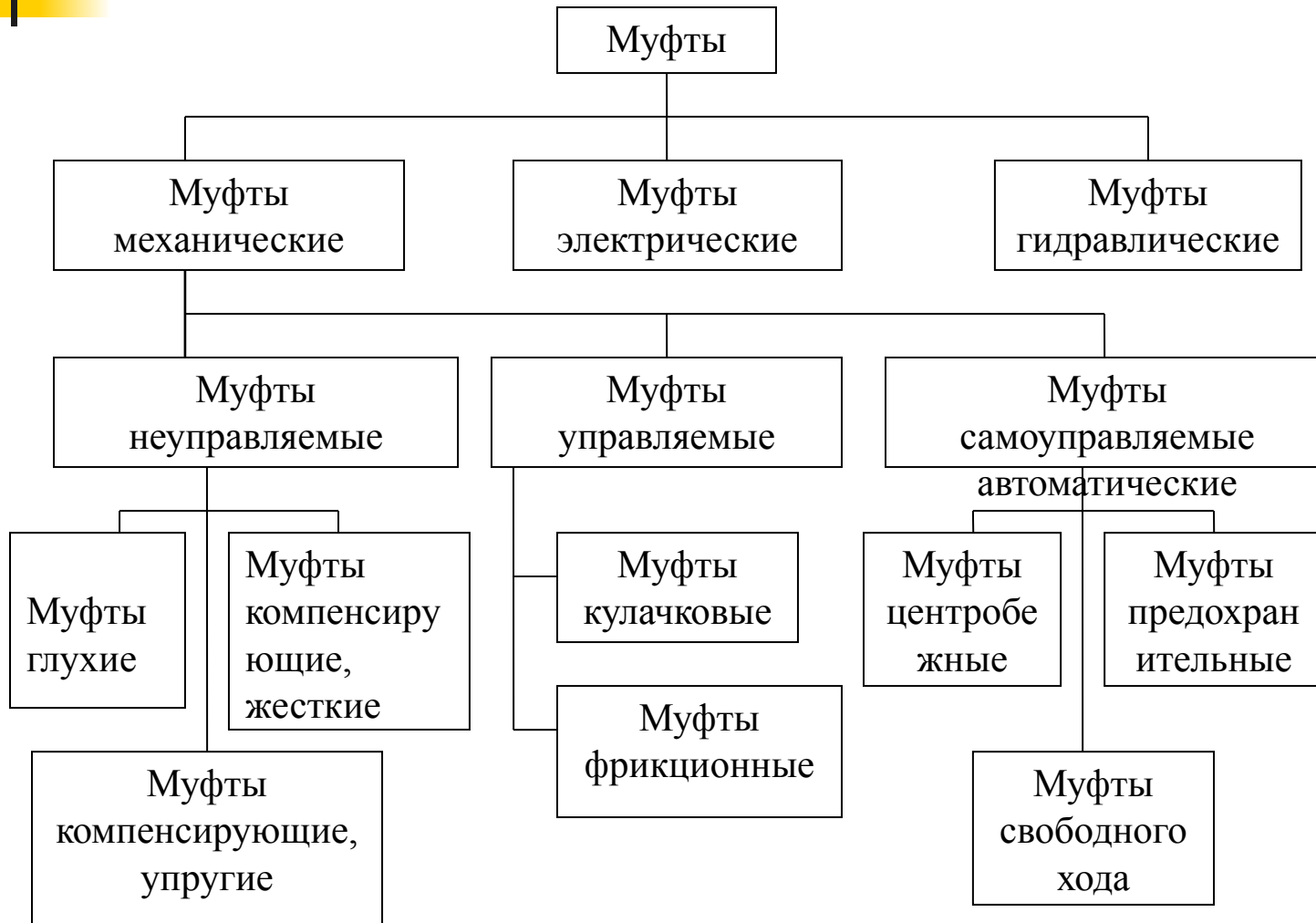


1а - радиальное смещение ;  
1б - осевое смещение ;  
1в - угловое смещение .  
Указанные погрешности могут существовать одновременно.


Рисунок 1 – Несоосность валов

# МУФТЫ

## КЛАССИФИКАЦИЯ МУФТ



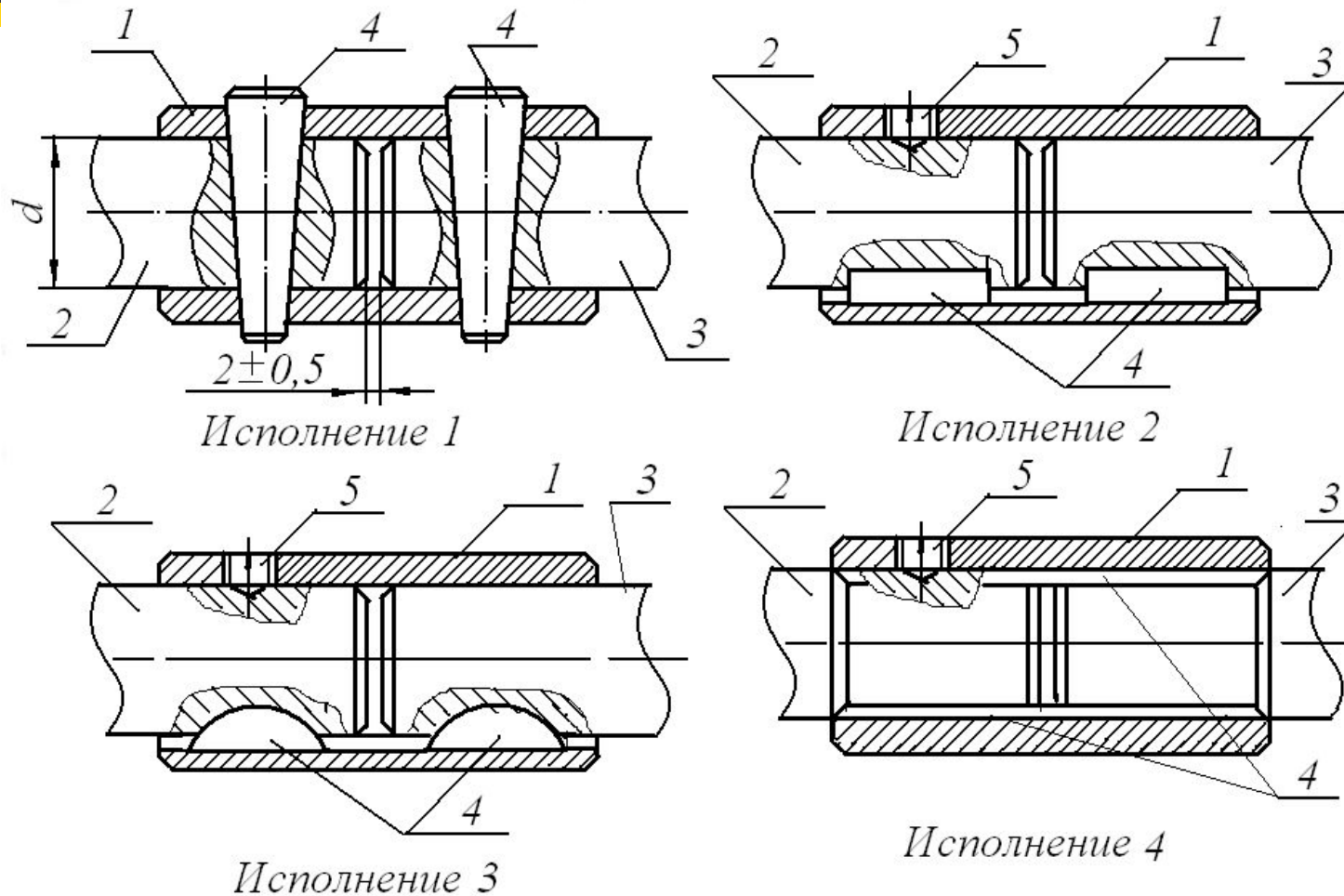
## МУФТЫ глухие



Среди этих муфт наиболее простыми, дешевыми и малогабаритными являются *муфты втулочные* (рисунок 2), не допускающих относительного смещения между ведущей и ведомой частями и не уменьшающих динамические нагрузки. Недостатком этих муфт является необходимость строгой соосности валов и смещения одного из них при монтаже и демонтаже. ГОСТ предусматривает изготовление втулочных муфт в четырех исполнениях:

1 — с штифтами; 2 — с призматическими шпонками (4); 3 — с сегментными шпонками (4); 4 — с шлицевым посадочным отверстием.


**МУФТЫ**  
глухие



**Рисунок 2 – Втулочные муфты**

# МУФТЫ

## глухие



---

Втулка 1 муфт исполнений 2, 3 и 4 предохраняется от смещения в осевом направлении установочным винтом 5. Диапазон номинальных вращающих моментов от 1 до 12 500  $H \cdot m$  при диаметрах посадочных концов валов от 6 до 105 мм. Ограничений по частоте вращения муфта не имеет. Материал втулок — сталь 45.

МУФТЫ  
(фланцевая)

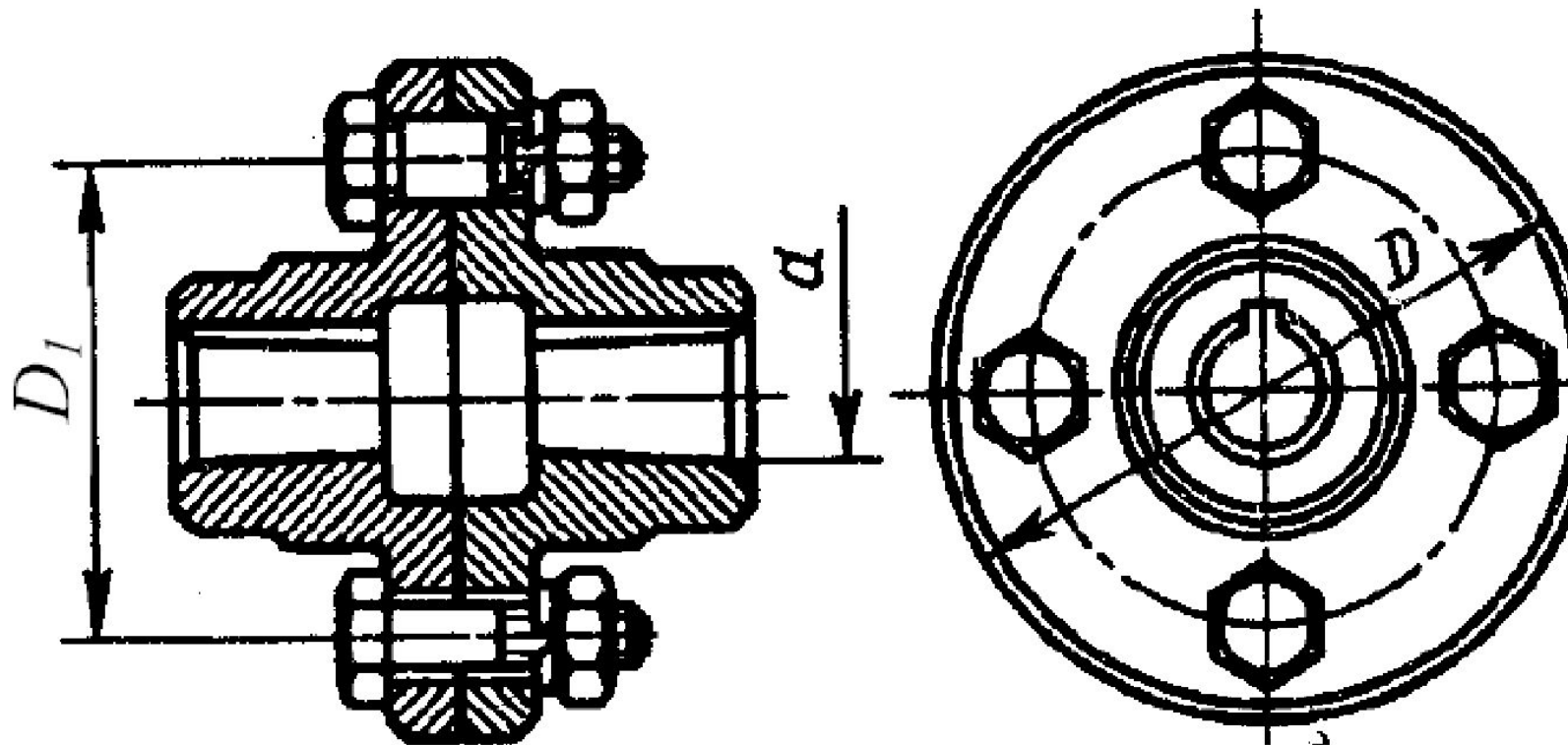


Рисунок 3 - Жесткая фланцевая муфта

## МУФТЫ (фланцевая)

*Фланцевая муфта*, применяемая для соединения соосных валов при передаче номинального вращающего момента: стальными муфтами от 16 до 40 000  $H \cdot м$  и окружной скорости до 70 м/с; чугунными муфтами от 8 до 20 000  $H \cdot м$  и окружной скорости до 35 м/с. Диапазон диаметров валов от 12 до 250 мм. При переменной нагрузке и реверсивном вращении значения номинального момента уменьшаются. Посадочные отверстия для валов могут быть цилиндрическими или коническими.

Фланцы полумуфт соединены болтами, из которых половина (через один) ставится с зазором и работает на растяжение. Остальные болты устанавливаются в развернутые отверстия без зазора; они осуществляют взаимное центрирование полумуфт и работают на срез. Расчет болтов обычно ведут в предположении, что вся нагрузка воспринимается болтами, работающими на срез.



# МУФТЫ

(упругая втулочно-пальцевая)

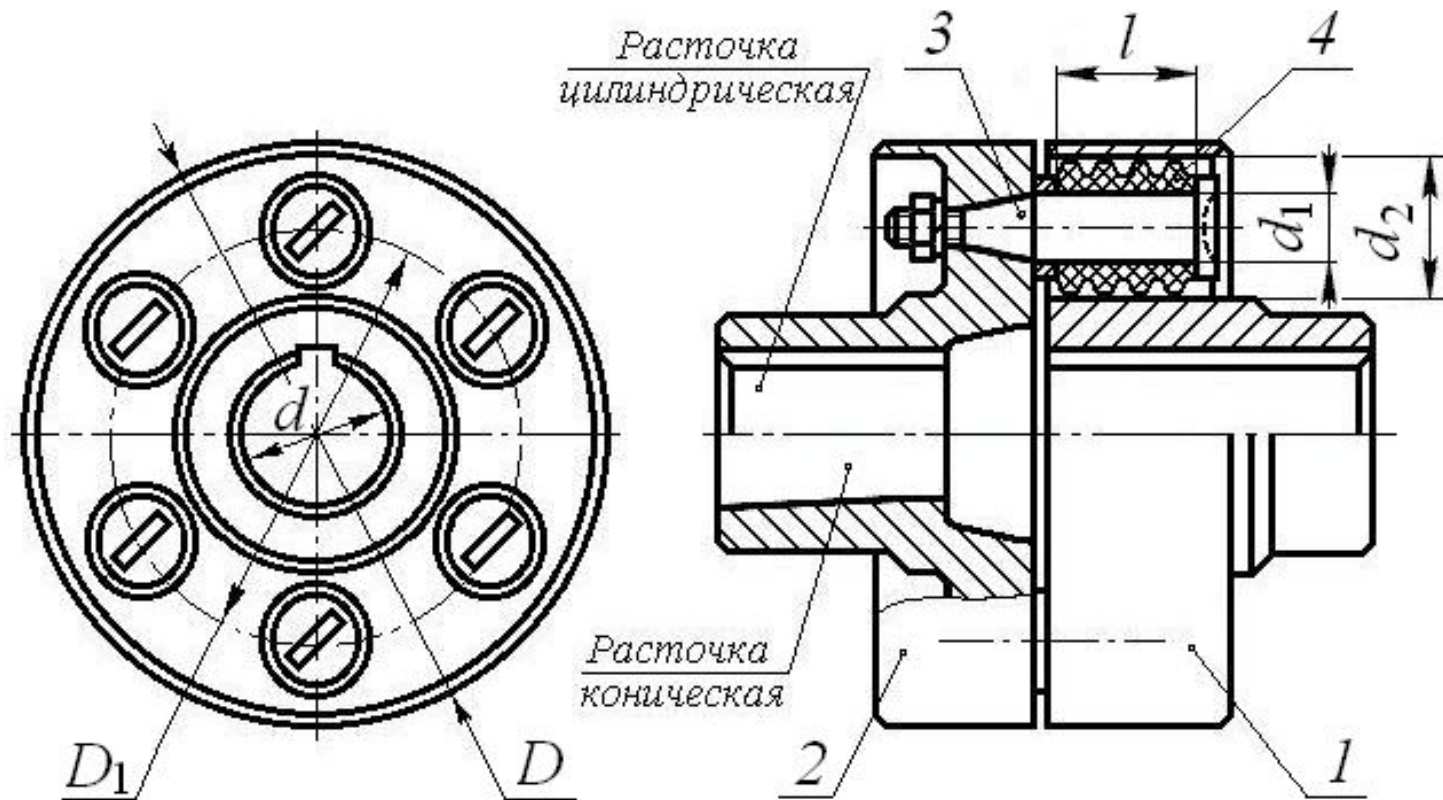


Рисунок 5 – Муфта упругая втулочно-пальцевая (МУВП)

## МУФТЫ

### (упругая втулочно-пальцевая)

МУВП состоит из двух полумуфт 1 и 2 (см. рисунок 5), насаженных на концы валов с натягом на призматических шпонках. В одной полумуфте на конических хвостовиках закрепляют пальцы 3 с надетыми на них резиновыми гофрированными втулками 4. Эти резиновые втулки входят в цилиндрические отверстия полумуфты 2.

Муфта компенсирует неточности установки валов: в осевом направлении смещение допускается в пределах  $\lambda = (1 \div 5, \max 15) \text{ мм}$ ; радиальные смещения валов допускаются в пределах  $\Delta = (0,2 \div 0,6) \text{ мм}$  в зависимости от размеров муфты; угол перекося валов  $\delta \leq 1^\circ$ .

Полумуфту изготавливают из чугуна марки СЧ 21-40, сталь 30, 35Л, пальцы – сталь 45, втулка – резина с пределом прочности при растяжении не ниже  $8,0 \text{ МПа}$ .

# МУФТЫ

## (упругая втулочно-пальцевая)

Для проверки прочности рассчитывают пальцы на изгиб, а резину по напряжениям смятия на поверхности контакта втулок с пальцами.

Считается, что все пальцы нагружены одинаково, а напряжение смятия распределено равномерно по длине втулки


Проверка прочности пальцев на изгиб выполняется по выражению

$$\sigma_u = \frac{T \cdot k \cdot l}{0,1 \cdot d_1^3 \cdot z \cdot D_1} \leq [\sigma_u], \text{ МПа}$$

а прочность резиновых втулок по следующему выражению

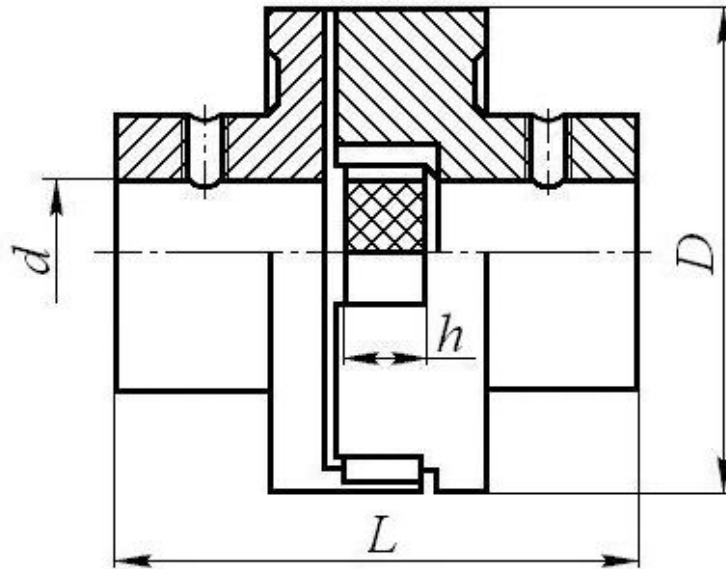
$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T \cdot k}{d_1 \cdot l \cdot z \cdot D_1} \leq [\sigma_{см}], \text{ МПа,}$$

## МУФТЫ

- 
- где  $T$  - крутящий момент, передаваемый муфтой,  $H \cdot мм$ ;
- $k$  - коэффициент динамичности, принимается  $z = (1,25 - 4,0)$ ;
- $d_1$  - диаметр пальца муфты под резиновой втулкой или резиновыми кольцами,  $мм$ ;
- $l$  - длина резиновой втулки,  $мм$ ;
- $z$  - число пальцев;
- $D_1$  - диаметр окружности расположения центров пальцев, муфты,  $мм$ ;
- $[\sigma_u]$  - допускаемое напряжение изгиба для материала пальцев,  $МПа$ ,
- $[\sigma_u] = (60 - 80)$ ,  $МПа$ .
- $[\sigma_{cm}]$  - допускаемое напряжение смятия материала втулок,  $МПа$ ,
- $[\sigma_{cm}] = (1,8 - 2,0)$ ,  $МПа$ ;

## МУФТЫ

(упругая с резиновой звездочкой)



Муфта состоит из двух полумуфт 1 и 2 (см. рисунок б) с торцевыми кулачками. Кулачки входят в соответствующие впадины промежуточного элемента – резиновой звездочки 3.

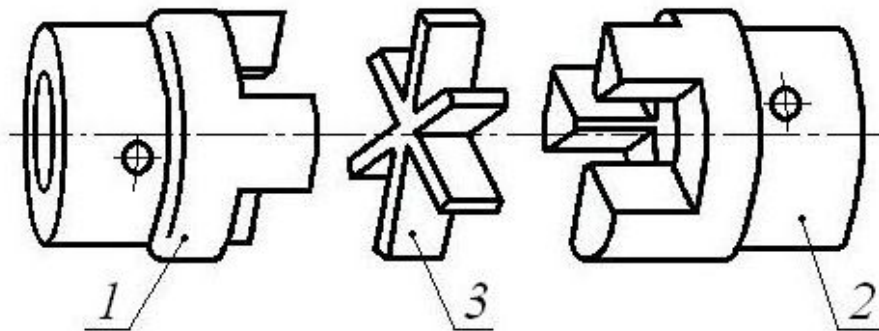


Рисунок 6– Муфта с резиновой звездочкой

## МУФТЫ

(упругая с резиновой звездочкой)

Зубья звездочки работают на сжатие. При передаче момента в каждую сторону работает половина зубьев звездочки.

Радиальные смещения могут достигать до 0,2 мм, угловые – до 1° 30'.

Материал полумуфты – сталь 35 и выше, допускается чугун СЧ 21-40, звездочки изготавливают из специальной маслостойкой резины.

Поверхность звездочек рассчитывается на смятие по выражению

$$\sigma_{см} = \frac{24 \cdot D \cdot T \cdot k}{z \cdot h \cdot (D^3 - d^3)} \leq [\sigma_{см}],$$

## МУФТЫ

(упругая с резиновой звездочкой)

где  $T$  - крутящий момент, передаваемый муфтой,  $H \cdot мм$ ;

$k$  - коэффициент динамичности,  $k = (1,25 - 4,0)$ ;

$D$  - наружный диаметр муфты,  $мм$ ;

$z$  - число зубьев звездочки;

$h$  - высота зуба звездочки, муфты,  $мм$ ;

$d$  - диаметр вала, муфты,  $мм$ .

$[\sigma_{см}]$  - допускаемое напряжение смятия материала звездочки,  $МПа$ ;

$[\sigma_{см}] = (2 - 2,5), МПа$ .

## МУФТЫ

( кулачково-дисковая компенсирующая )

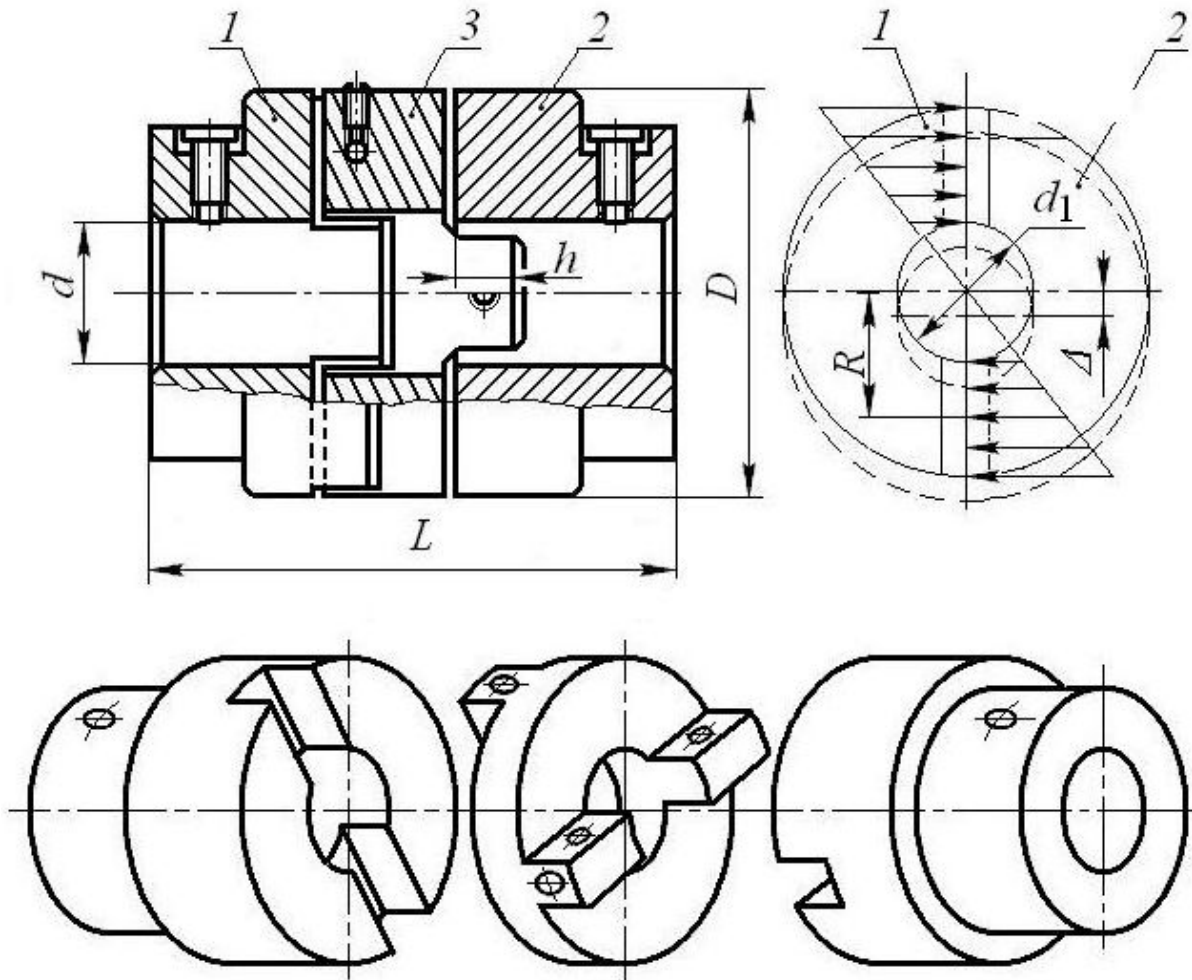



Рисунок 7 – Кулачково-дисковая компенсирующая муфта и эпюра давлений



# МУФТЫ

## (кулачково-дисковая компенсирующая )



---

Состоит из двух полумуфт 1 и 2 (см. рисунок 7), имеющих радиально расположенные пазы, и промежуточного плавающего диска 3 с радиальными взаимно-перпендикулярными выступами (кулачками) на торцах. Выступы диска входят в пазы полумуфт с гарантированным зазором, сопряжение типа ходовой посадки.

При радиальном смещении валов диск совершает сложное движение со скольжением в пазах. Момент передается за счет нажатия друг на друга боковых поверхностей выступов и пазов.

## МУФТЫ

## (кулачково-дисковая компенсирующая)

Допускаемое смещение валов:

- радиальное –  $\Delta = 0,04 \cdot d$ , ( $d$  – диаметр вала, мм);
- осевое –  $\lambda = (0,5 - 1,0)$ , мм;
- угловое –  $\delta = 0^\circ 30'$ .

Выбранную муфту в случае необходимости проверяют по максимальному давлению на периферийных участках, принимая закон распределения по треугольнику или по трапеции (см. рисунок 7).

$$\sigma_{см} = \frac{6 \cdot D \cdot T \cdot k}{h \cdot (D^3 - d_1^3)} \leq [\sigma_{см}], \text{ МПа}$$

где  $D$  - наружный диаметр муфты, мм;

$d_1$  - внутренний диаметр отверстия диска, мм;

$h$  - рабочая высота выступов, мм.

# МУФТЫ

(кулачковая предохранительная)

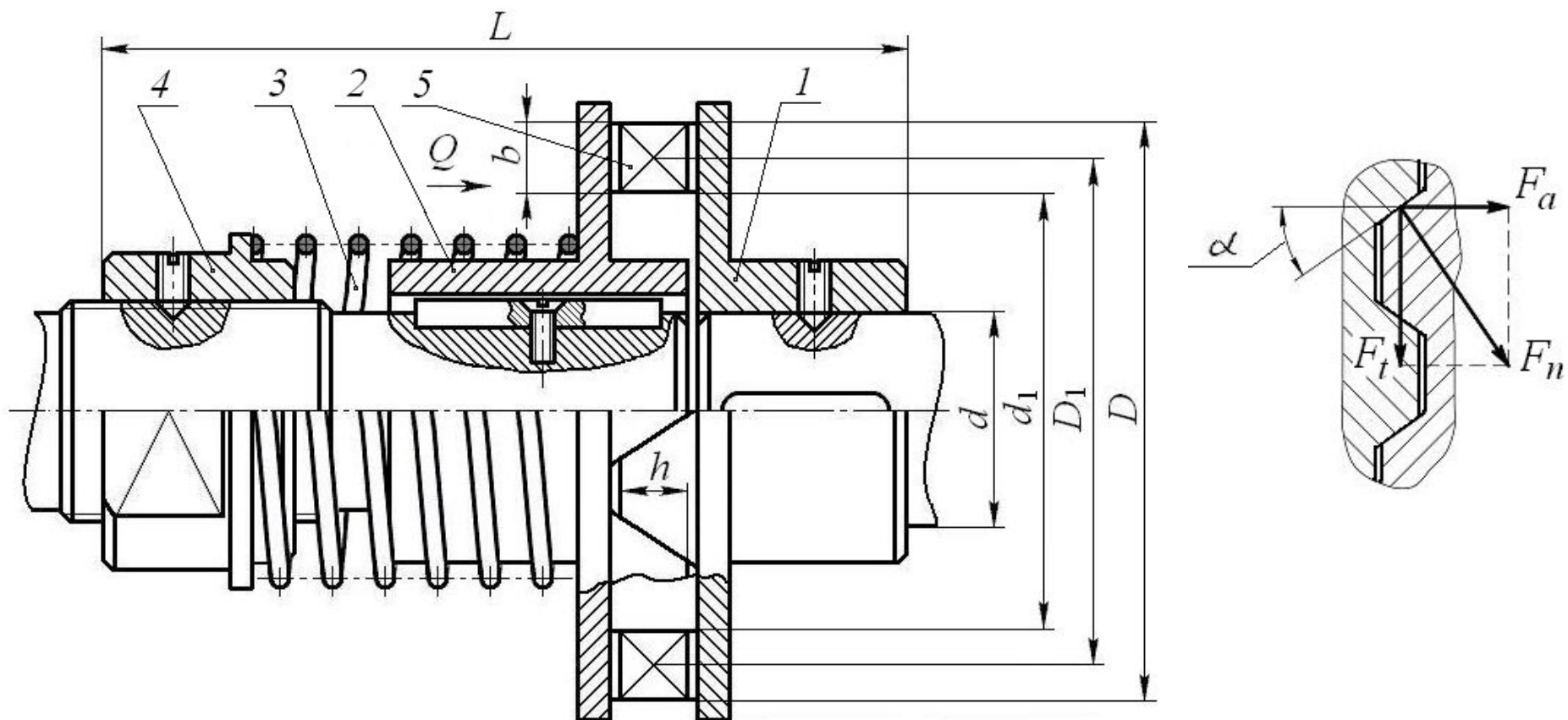


Рисунок 8 – Муфта кулачковая предохранительная



# МУФТЫ

## (кулачковая предохранительная)

---

Во всех предохранительных муфтах полумуфта 1 соединяется со своим валом неподвижно, а полумуфта 2 – с возможностью осевого перемещения. Полумуфта 2 постоянно прижата к первой посредством пружины 3. Сила прижатия полумуфт регулируется гайкой 4. Сцепление полумуфт осуществляется торцевыми кулачками 5.

Предохранительные кулачковые муфты применяют только при небольших скоростях и моментах, так как при их перегрузках происходят удары кулачков.

Материал кулачков – сталь 20Х, 40Х.

# МУФТЫ

## (кулачковая предохранительная)

Потребная сила сжатия пружины  $Q$  для передачи крутящего момента кулачковой муфтой определяется по следующей зависимости

$$Q = \left( \frac{2 \cdot T \cdot k}{D_1} \right) \cdot \left( \operatorname{tg}(\alpha - \rho) - \frac{D_1}{d_1} \cdot f \right),$$

где  $D_1$  - средний диаметр расположения кулачков, мм;

$$D_1 = \frac{(D + d_1)}{2},$$

где  $d_1$  - внутренний диаметр кулачков, мм;

$D$  - наружный диаметр кулачков, мм;

$\alpha$  - угол наклона рабочих граней кулачка,

у трапециидальных кулачков  $\alpha = (3 - 10)^\circ$ ;

$\rho$  - угол трения в зацеплении кулачков,  $\rho = (6 - 8)^\circ$ ;

$f$  - коэффициент трения скольжения в шпоночном соединении, для стали  $f = (0,12 - 0,16)$ .

# МУФТЫ

## (кулачковая предохранительная)

Рабочая поверхность кулачков проверяется по напряжению смятия. Считают, что нагрузка распределяется равномерно между кулачками

$$\sigma_{см} = \frac{2 \cdot T \cdot k}{(z \cdot D_1 \cdot b \cdot h)} \leq [\sigma_{см}], \text{ МПа},$$

где  $z$  - число кулачков;

$b$  - ширина кулачка, мм,  $b = \frac{D - d_1}{2}$ ;

$h$  - рабочая высота кулачка, мм.

$[\sigma_{см}]$  - допускаемое напряжение смятия кулачков, МПа,

Рекомендуется  $[\sigma_{см}] = (35 - 120)$ , МПа.



## МУФТЫ

## (фрикционная конусная управляемая)

Потребная сила включения муфты

$$Q = \frac{2 \cdot T \cdot \beta \cdot \sin \alpha}{D_1 \cdot f}, \text{ Н,}$$

где  $\beta$  - коэффициент запаса сцепления,  $\beta = (1,25 \div 1,5)$

$f$  - коэффициент трения,  $f = (0,06 - 0,4)$  зависит от материалов;

$\alpha$  - угол наклона конуса, обычно  $\alpha = (10 \div 15)^\circ$ ;

$D_1$  - средний диаметр конуса, мм.

Муфту проверяют по удельному давлению

$$p = \frac{Q}{\pi \cdot b \cdot D_1 \cdot \sin \alpha} \leq [p]$$

где  $b$  - ширина контакта трения, мм;

$[p]$  - допустимое давление на поверхности трения, МПа,

для чугуна по стали  $[p] = (1 \div 3)$  МПа.



# МУФТЫ

## Расчет муфт

Стандартные и нормализованные муфты на практике подбирают по каталогам в зависимости от диаметра соединяемых валов и расчетного вращающего момента  $T_p$  по условию:

$$T_p = K \cdot T \leq T_n, \quad (7)$$

где  $K$  — коэффициент перегрузки, учитывающий режим работы и ответственность конструкции;

$T$  — наибольший, длительно действующий вращающий момент,  $H \cdot м$ ;

$T_n$  — номинальный вращающий момент, указанный в каталоге,  $H \cdot м$ .

Для приводов от электродвигателя можно принимать: при спокойной нагрузке  $K = 1,0 \dots 1,5$ ; при переменной нагрузке  $K = 1,5 \dots 2$ ; при ударной и реверсивной нагрузке  $K = 2,5 \dots 3$  и более. Для фрикционных муфт вместо коэффициента перегрузки вводится коэффициент запаса сцепления  $k = 1,25 \dots 1,5$ .